АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ ГИБРИДНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО РЕАКТОРА НА ОСНОВЕ ТЕРМОЯДЕРНОГО ИСТОЧНИКА НЕЙТРОНОВ (ТИН) С БЛАНКЕТОМ НА ОТВАЛЬНОМ УРАНЕ

1Гладуш Г.Г., 1Гостев А.А., 2Лопаткин А.В., 2Лукасевич И.Б., 1Мирнов С.В.

1Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований, г. Троицк,  
 г. Москва, Россия, [mirnov@triniti.ru](mailto:mirnov@triniti.ru)  
2АО “НИКИЭТ”им Н.А. Доллежаля, г. Москва, Россия

Цель работы – провести масштабную оценку возможностей использования токамака как DT реактора синтеза в качестве источников быстрых нейтронов для облучения отвального урана с целью получения энергии. Поскольку в настоящее время на АЭС используется уран, обогащенный U235 до 4,5%, то более 90% добываемого природного урана идет в отвал, то есть в атомной энергетике не используется. В мире накопилось более 1500 000 тонн «отвального U238» (с обогащением 0,2 – 0,3%) и он будет накапливаться далее по мере развития атомной энергетики на медленных нейтронах. Промышленные АЭС на быстрых нейтронах, которые могли бы использовать отвальный U238, пока находятся на стадии разработки. По прогнозу МАГАТЕ во второй половине 21 века добыча природного урана начнет падать, а спрос продолжит расти. Поэтому возможность энергетического использования отвального урана может приобрести актуальность. Предлагаемый способ производства энергии не потребует частой переработки облученного топлива для перезагрузки плутония, как в случае быстрых реакторов с замкнутым циклом, а потому он менее опасен радиационно. Кроме того, гибридный энергетический реактор такого рода работает в глубоко докритическом режиме, то есть, он более безопасен и в эксплуатации. В качестве базового ТИН, способного создавать мощные потоки т/я нейтронов, мы выбрали токамак-реактор – физический аналог с параметрами ИТЭР – снабженный бланкетом с отвальным ураном. Отвод тепла предполагается осуществлять металлическим теплоносителем, а не водой, как в случае ИТЭРа. Это нужно для того, чтобы спектр нейтронов оставался по возможности жестким и скорость деления U238 была максимальной. Согласно оценкам (материалы «Комиссии РОСАТОМА по выбору путей оптимального развития термоядерной энергетики России на основе ТОКАМАКОВ» 2009 г.), такой источник, будучи окружен идеальным (~20 см) бланкетом природного урана, был бы способен на каждый акт деления (200 МэВ) обеспечить создание 4х атомов 239Pu.. В том же качестве мог бы быть использован и отвальный уран. Оценки указывали на то, что в стационарном режиме работы (КИУМ около 70%) «идеальный реактор» на отвальном уране, мог бы поставлять в сеть около 1,5 ГВт электрической мощности. Проведенный анализ показал, что необходимость воспроизводства трития и собственные энергозатраты примерно в три раза снижают эту величину. Высокое значение КИУМа в таком ТИН планируется обеспечить путем защиты его первой стенки от эрозионного воздействия горячей плазмы литием. Работа выполнена по проекту МИНОБРНАУКИ РФ «Создание и развитие крупных уникальных научных установок. Разработка проекта модернизации уникальной научной установки "Экспериментальный комплекс установки токамак с сильным полем и адиабатическим сжатием плазмы (Комплекс установки ТСП)”.